

南シナ海の島しょ部における変化状況分析 PoC

MRI 三菱総合研究所

先進技術・セキュリティ事業本部



2024年10月7日

POINT

- 光学・レーダ衛星画像¹を用いて、島しょの埋め立て・施設建造に伴う変化の検知に成功
- 島しょの埋め立て・施設建造状況を衛星画像と船舶動静データを組み合わせて分析
- 本 PoC の成果と課題を踏まえ、今後も本サービスの開発を継続

1. 背景・位置づけ

1.1 PoC 実施の背景

不確実性・不透明性の高い世の中では、客観的エビデンスに基づいた意思決定に資する情報(インテリジェンス)が不可欠である。このような衛星等の空間情報に基づくインテリジェンスへのニーズは拡大傾向にあり、全世界で 10 兆円規模の市場になるともいわれている。現在、株式会社三菱総合研究所と株式会社 New Space Intelligence は互いの強みを活かしながら衛星データ等を活用した国内外向けインテリジェンス・サービスの開発に取り組んでおり、今回その一環として、南シナ海の島しょ部での変化状況分析に関する PoC を実施した。

1.2 PoC の位置づけ

本 PoC は、わが国にとって重要な、島しょ部での変化状況分析サービスの将来的な提供に向けて、事業可能性の確認を行うことを目的とした。具体的には、まず南シナ海の島しょでの埋め立てや施設建造がどのように進んでいくかの仮説(以下、島しょの埋め立て・施設建造仮説)を構築し、次に衛星画像や船舶動静データ等を用いて仮説を検証した。

1.3 分析対象地域の選定理由

本 PoC では、南シナ海の島しょ部を変化状況分析の対象地域とした。南シナ海は日本にとって重要なシーレーン(海上交通路)であり、同海域の島しょ部における変化は日本の安全保障や経済等、さまざまな分野に影響を及ぼす可能性がある。このため、官民間問わず非常に高い関心が寄せられている地域となっている。また南シナ海は、その沿岸国が島しょの領有権をめぐる主張を対立させている海域でもある。このため、東南アジア等の南シナ海沿岸国も南シナ海の動向に強い関心を寄せている。

¹ 分解能 10m の光学衛星画像と分解能 3m のレーダ衛星画像を使用。

2. PoC の実施手順

2.1 仮説構築

公開情報を元に南シナ海の島しょの埋め立て・施設建造仮説を独自に構築した。本仮説では、南シナ海での埋め立て開始から各種施設の建造完了までを一連の流れとして捉え、この一連の流れは以下に示す通り複数のフェーズから構成されていると考えた。

- ① 埋め立てや、埋め立て後の島しょ周辺を船舶が航行するために水路のしゅんせつが行われる。
- ② 各種施設の建造用資材を船舶輸送するために埠頭が建造される。
- ③ 輸送された資材を元に島しょ上に居住用／業務用施設やレーダ／通信施設等が建造されるほか、発電のためにソーラーパネルが設置される。

また本仮説では、各フェーズ特有の船舶が埋め立てや埠頭建造等のそれぞれのフェーズでの活動に関与すると設定した。例えば、埋め立てフェーズではしゅんせつ船や土運船が、埠頭建造フェーズではセメントタンカーが、本土と島しょ間を往来しそれぞれのフェーズでの活動に関与していると設定した。

2.2 仮説検証

2.2.1 衛星画像を用いた埋め立て・施設建造状況の変化検知

衛星画像を用いて、島しょの埋め立て・施設建造仮説の各フェーズで発生する変化を検知できるか、そしてその具体的な変化内容を低解像度(分解能 10m)の光学衛星画像でどの程度確認できるかを検証した。表 1 に示す通り、変化検知対象の島しょは、ベトナムによる埋め立て・施設建造が行われているピアソン礁と、中国による埋め立て・施設建造が行われているファイアリークロス礁とした。ピアソン礁では、光学衛星画像を用いて、埋め立て、埠頭や居住用／業務用施設の建造、そしてレドームやソーラーパネルの設置に伴う変化の検知を試みた。他方ファイアリークロス礁では、光学衛星画像とレーダ衛星画像を用いて、2022 年 1 月から同年 8 月の間に島しょ上で発生した変化の検知を行った。

表 1 衛星画像を用いた変化検知対象

島しょ名	対象物／対象事象	期間	画像の種類
ピアソン礁 (ベトナムによる埋め立て・施設建造)	埋め立て	23年9月～24年6月	光学
	埠頭	22年10月～23年10月	
	居住／業務用施設	18年6月～20年6月	
	レドーム	17年5月～18年6月	
	ソーラーパネル	20年6月～22年10月	
ファイアリークロス礁 (中国による埋め立て・施設建造)	—	22年1月～22年8月	光学、レーダ

2.2.2 船舶動静データを用いた埋め立て・施設建造に関する船舶の分析

また、船舶動静データを用いて、島しょの埋め立て・施設建造仮説の各フェーズでの活動に
関与する船舶の分析も実施した。具体的には、2023年10月から2024年6月までの間に
ピアソン礁の新たな埋め立て地付近に所在した船舶の船舶動静データを取得し、どのような船
舶が埋め立て作業に関与しているかを分析した。このほか、2016年5月から2017年2月
までの間にファイアリークロス礁周辺に所在した船舶の船舶動静データを取得し、どのような
船舶が居住用／業務用施設や航空機格納庫の建造に関与しているかを分析した。

3. PoC 結果

3.1 衛星画像を用いた埋め立て・施設建造状況の変化検知結果

3.1.1 成果

(1) 光学衛星画像を用いた変化検知

表 2 で示す通り、ピアソン礁のソーラーパネルを除く対象の変化について光学衛星画像で
の検知に成功した。具体的には、図 1 で示す通り、2023年10月から2024年2月の間に
ピアソン礁で行われた埋め立てや、2023年5月から同年8月までの間にピアソン礁で行わ
れた埠頭建造に伴う変化を検知できた。今回の変化検知の成功は、一定の解像度の光学衛星
画像を用いて、島しょの埋め立て・施設建造仮説を構成する多くのフェーズの開始・継続・終了
を推測できる可能性があることを示している。

表 2 衛星画像を用いた各種変化の検知結果

島しょ名	施設の種類	期間	画像の種類	変化検知結果
ピアソン礁 (バトナムによる埋め立て・施設建造)	埋め立て	23年9月～24年6月	光学	変化検知成功
	埠頭	22年10月～23年10月		
	居住用／業務用施設	18年6月～20年6月		
	レドーム	17年5月～18年6月		
	ソーラーパネル	20年6月～22年10月		変化検知できず ⇒高解像度画像が必要
ファイアリークロス礁 (中国による埋め立て・施設建造)	—	22年1月～22年8月	光学、SAR	変化検知成功

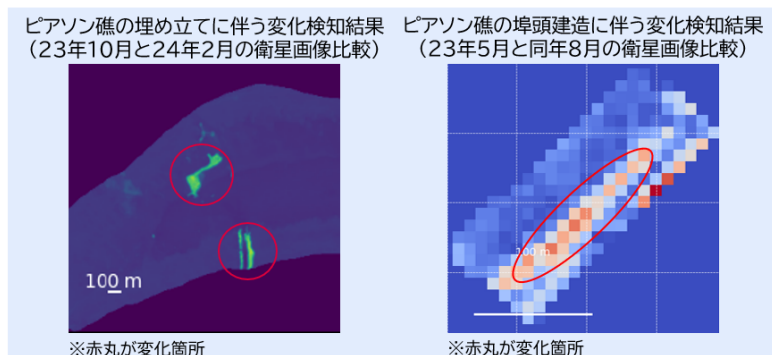


図 1 光学衛星画像を用いたピアソン礁における埋め立てと埠頭建造に伴う変化の検知結果

(2) レーダ衛星画像を用いた変化検知

レーダ衛星画像を用いて、2022 年 1 月から同年 8 月までの間にファイアリークロス礁で発生した変化の検知に成功した。例えば図 2 は、2022 年 8 月 3 日と同年同月 31 日のレーダ衛星画像の変化を解析した結果である。赤点は 3 日より 31 日の方が反射強度が大きくなった箇所であり、青点は反射強度が小さくなった箇所を示している。これらの変化箇所のうちの大部分は低解像度(分解能 10m)の光学衛星画像では変化内容を確認できなかった。しかし、赤色の四角で囲った変化箇所は、その位置(埠頭横)や大きさ(約 120m)から低解像度(分解能 10m)の光学衛星画像を用いて船舶(全長約 120m)であると推測できた。今回の変化検知の成功は、夜間や天候不良時など光学衛星画像の取得が難しい状況であっても、レーダ衛星画像を用いて島しょ上の変化の検知が可能であることを示している。



図 2 レーダ衛星画像を用いたファイアリークロス礁における変化の検知結果

3.1.2 課題

上述したように、多くの対象の変化を検知することに成功した一方で、今後の課題が明らかになった。例えば、ピアソン礁での埠頭と居住用／業務用施設の建造やレドームの設置は変化量が小さいため、検知した変化の内容を低解像度(分解能 10m)の光学衛星画像では正確に確認できなかった。また、一部の例外(上述した「埠頭横での船舶の所在」)を除き、低解像度(分解能 10m)の光学衛星画像ではレーダ衛星画像で検知できた変化の内容を確認できなかった。

3.2 船舶動静データを用いた埋め立て・施設建造に関与する船舶の分析結果

3.2.1 ピアソン礁での埋め立てに関与する船舶²

2023年10月から2024年6月までの間のピアソン礁における新たな埋め立てに関与した可能性のある船舶が船舶動静信号を発していないことが明らかになった。例えば、2024年6月4日の光学衛星画像では、複数の船舶がピアソン礁の新たな埋め立て地周辺に所在し、それらの船舶が埋め立てに関与している可能性が明らかになったものの、同日にその海域で船舶動静信号は確認できなかった。

3.2.2 ファイアリークロス礁での施設建造に関与する船舶³

(1) 成果

2016年5月から2017年2月までの間にファイアリークロス礁周辺に所在した船舶の船舶動静データを分析した結果、同礁での居住用／業務用施設や航空機格納庫の建造に関与していた可能性がある約10隻の貨物船を明らかにすることができた。これらの貨物船は、ファイアリークロス礁で居住用／業務用施設や航空機格納庫が建造されていた時期に同礁の港湾に所在していたため、これらの施設建造に使用される資材を輸送していた可能性がある。仮にこれら約10隻の貨物船がファイアリークロス礁での居住用／業務用施設や航空機格納庫の建造に関与していた場合、今後はこれらの貨物船の活動状況をリアルタイムの船舶動静データで確認することにより、他の島しょ部における居住用／業務用施設建造フェーズや航空機格納庫建造フェーズの開始・継続・終了を推測できる可能性がある。

² 船舶動静データは Spire 社提供。

³ Includes material © 2024 Spire Global, Inc. (exactEarth Ltd.) All Rights Reserved.

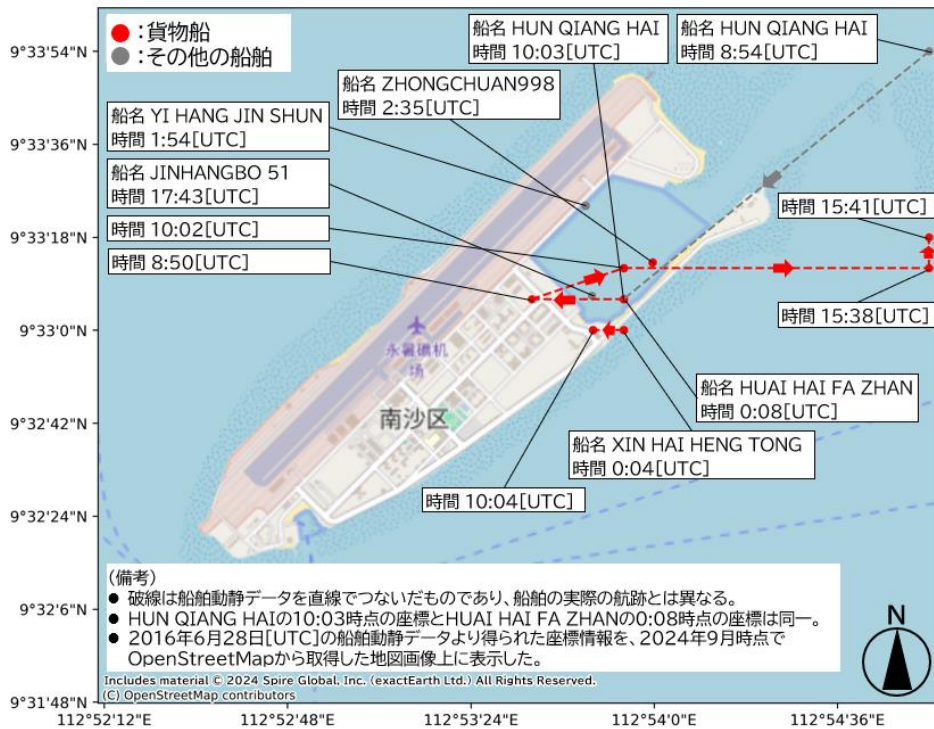


図3 ファイアリークロス礁周辺に所在した貨物船等の航跡(2016年6月28日[UTC])⁴

(2) 課題

ファイアリークロス礁での施設建造に関与した可能性がある貨物船を明らかにできた一方で、今後の課題が明らかになった。例えば、ファイアリークロス礁で施設建造に関与した可能性がある貨物船が、どのような物を輸送していたのかは船舶動静データからは確認できない。このため、貨物船の積荷の確認手段(仕出港の特定・監視等)を検討する必要がある。また、ファイアリークロス礁で居住用／業務用施設や航空機格納庫が建造されていた時期に同礁の港湾に所在した船舶動静信号を発していない船舶が、居住用／業務用施設や航空機格納庫の建造に関与していたか否かを確認できなかった。このような船舶動静信号を発していない船舶の活動を捕捉する手段(電波収集衛星が収集した船舶位置データの活用等)を検討する必要がある。

4. 今後の方針

光学・レーダ衛星画像を用いた埋め立て・施設建造に伴う変化の検知や、船舶動静データを用いた埋め立て・施設建造に関与する船舶の分析を通じて、光学・レーダ衛星画像と船舶動静データに関する成果と課題が明らかになった。今後は、これらの成果と課題を踏まえ、引き続き本サービスの開発を進めていく。

⁴ 地図画像は Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 ライセンスの対象。

南シナ海の島しょ部における変化状況分析 PoC

2024年10月

株式会社三菱総合研究所
先進技術・セキュリティ事業本部

株式会社 New Space Intelligence